

520.43302X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HAMAMATSU, et al
Serial No.:
Filed: November 28, 2003
Title: INSPECTION METHOD AND INSPECTION APPARATUS
Group:

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 28, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2002-347134 filed November 29, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/nac
Attachment
(703) 312-6600

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月29日

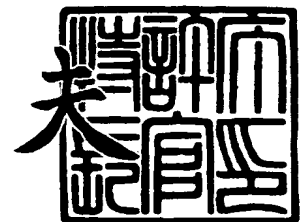
出願番号
Application Number: 特願2002-347134
[ST. 10/C]: [JP 2002-347134]

出願人
Applicant(s): 株式会社日立製作所
日立電子エンジニアリング株式会社

2003年 9月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3079576

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0770

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 21/01

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 浜松 玲

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 野口 稔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 西山 英利

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 大島 良正

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東三丁目 1 6 番 3 号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 神宮 孝広

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 宇都 幸雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000233480

【氏名又は名称】 日立電子エンジニアリング株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 検査方法および検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査対象物に光を照射する照明光学系と、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電気信号に変換する検出光学系と、前記検出光学系に設けられ、微小なドット状の遮光点を組み合わせることにより被検査対象上に存在する回路パターンの回折光を選択的に遮光することができる空間フィルタと、前記検出光学系で検出された光を演算処理する演算処理システムと、前記演算処理システムで演算処理された信号によって、異物及び欠陥を観察することができるモニタとを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の検査装置において、前記被検査対象物を搭載し、前記被検査対象物を三次元方向に移動させることができるステージを設けることを特徴とする検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の検査装置において、前記空間フィルタは前記被検査対象物の回路パターンのフーリエ変換像が印刷されていることを特徴とする検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の検査装置において、前記空間フィルタを形成するための基板を複数個備えたカートリッジと、前記カートリッジの前記基板を洗浄するための洗浄機と、前記カートリッジの基板に検査対象物の検査対象回路パターンのフーリエ変換像を印刷する印刷機とを備えていることを特徴とする検査装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 記載の検査装置において、前記検出光学系には前記検査対象物の回路パターンから反射された回折光をフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記空間フィルタを出射した光を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズとを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項 6】

前記被検査対象物を三次元方向に移動させることができるステージと、前記ステージに搭載された被検査対象物に光を照射する照明光学系と、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電気信号に変換する検出光学系と、前記検出光学系に設けられ、被検査対象上に存在する回路パターンのフーリエ変換像を遮光することができるように印刷された空間フィルタと、前記検出光学系で検出された光を演算処理する演算処理システムと、前記演算処理システムで演算処理された信号によって、異物及び欠陥を観察することができるモニタとを備え、前記検出光学系には前記被検査対象物の前記回路パターンからの回折光をフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記空間フィルタからの光を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズとを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項 7】

請求項 6 記載の検査装置において、前記空間フィルタを形成するための基板を複数個備えたカートリッジと、前記カートリッジの前記基板を洗浄するための洗浄機と、前記カートリッジの基板に検査対象物の検査対象回路パターンのフーリエ変換像を印刷する印刷機とを備えていることを特徴とする検査装置。

【請求項 8】

請求項 6 記載の検査装置において、前記被検査対象物に照射される照明光の中に複数種類の回路パターンを含む場合、各回路パターンに対応した空間フィルタと、前記各回路パターンの幾つかを合成した空間フィルタとを設け、複数の回路パターンの異物及び欠陥を検査することができるように構成することを特徴とする検査装置。

【請求項 9】

請求項 4 又は 7 記載の検査装置において、前記印刷機はドットプリンタであり、ドットのサイズを D とし、印刷ピッチを P とした場合、 $D \leq P$ とし、各ドット間の隙間を補間することを特徴とする検査装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の検査装置において、前記被検査対象物の回路パターンの内、フーリエ変換面の径を Φ とした場合、 $D \leq 1/50 \times \Phi$ 、とすることを特徴とする検査装置。

【請求項 1 1】

被検査対象物に光を照射するステップと、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電気信号に変換するステップと、前記検出光学系に設けられ、被検査対象上に存在する回路パターンの回折光を選択的に遮光するステップと、前記検出光学系で検出された光を演算処理するステップと、前記演算処理された信号によって、異物及び欠陥をモニタで観察するステップとを備えることを特徴とする検査方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の検査方法において、前記検査対象物に照射される光の光量、照明偏光、照明照射角度、検出視野サイズ、及び検出偏光の何れかを異ならせた複数のレシピを設け、前記観察するステップでは、前記モニタに前記レシピ別の異物及び欠陥を表示することを特徴とする検査方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 記載の検査方法において、前記観察するステップでは、異物及び欠陥の場所によって I D をつけ、前記 I D 別に異物及び欠陥の大きさ、欠陥が発生した製造工程を示すカテゴリについて表示することを特徴とする検査方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 記載の検査方法において、前記観察するステップでは、全ての前記レシピで観察された異物及び欠陥を表示すると共に、着目している異物及び欠陥を強調表示することを特徴とする検査方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体装置や液晶または磁気ヘッド等の製造ラインにおいて使用される検査装置およびその検査方法に係り、特に、異物や欠陥を検査する技術に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

半導体ウエハの検査の一例について説明する。

従来の半導体製造工程では、半導体基板（ウエハ）上に異物が存在すると配線の絶縁不良や短絡などの不良原因になる。さらに半導体素子が微細化しているので、半導体基板中に微細な異物が存在した場合にこの異物が、キャパシタの絶縁不良やゲート酸化膜などの破壊の原因にもなる。これらの異物は、搬送装置の可動部から発生するものや、人体から発生するもの、プロセスガスによる処理装置内で反応生成されたもの、薬品や材料に混入していたものなど種々の原因により種々の状態で混入される。同様に液晶表示素子製造工程でも、パターン上に異物が混入したり、何らかの欠陥が生じたりすると、表示素子として使えないものになってしまう。プリント基板の製造工程でも状況は同じであって、異物の混入はパターンの短絡、不良接続の原因に成る。

【0 0 0 3】

従来のこの種の半導体基板上の異物を検出する技術の1つとして、半導体基板上にレーザを照射して半導体基板上に異物が付着している場合に発生する異物からの散乱光を検出し、直前に検査した同一品種半導体基板の検査結果と比較することにより、パターンによる虚報を無くし、高感度かつ高信頼度な異物及び欠陥検査を可能にするものがある（例えば、特許文献1参照）。また、上記異物を検査する技術として、ウエハにコヒーレント光を照射してウエハ上の繰り返しパターンから射出する光を空間フィルタで除去し繰り返し性を持たない異物や欠陥を強調して検出する方法が知られている（特許文献2参照）。

また、ウエハ上に形成された回路パターンに対して該回路パターンの主要な直線群に対して45度傾けた方向から照射して主要な直線群からの0次回折光を対物レンズの開口内に入力させないようにした異物検査装置が知られており、この技術では、主要な直線群ではない他の直線群を空間フィルタで遮光することについても記載されている（特許文献3参照）。また、異物等の欠陥検査装置およびその方法に関する従来技術としては、多くの技術が公知である（特許文献4～8参照）。

【0 0 0 4】

【特許文献1】

特開昭62-89336号公報

【特許文献 2】

特開平 5-218163 号公報

【特許文献 3】

特開平 1-117024 号公報

【特許文献 4】

特開平 1-250847 号公報

【特許文献 5】

特開平 6-258239 号公報

【特許文献 6】

特開平 6-324003 号公報

【特許文献 7】

特開平 8-210989 号公報

【特許文献 8】

特開平 8-271437 号公報

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

上記従来技術に記載したように半導体装置をはじめとする各種微細なパターンを検査する装置においては、空間フィルタリングにより欠陥からの信号とパターンからの信号（パターンノイズ）を効率よく分離していたが、機械的な精度の問題から幅の広い遮光板を使っているため、遮光可能なパターンからの回折光の数が限られていた。

【0006】

本発明の目的は白色光、単一波長光、レーザ光、を照射して形成された画像を用いて微細な回路パターンを検査する技術において、高精度な空間フィルタリングにより、高感度に異物及び欠陥を検出する技術を提供することにある。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

本発明の目的を達成するために、第 1 の発明では、検査装置は、被検査対象物に光を照射する照明光学系と、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電

気信号に変換する検出光学系と、前記検出光学系に設けられ、微小なドット状の遮光点を組み合わせることにより被検査対象上に存在する回路パターンの回折光を選択的に遮光することができる空間フィルタと、前記検出光学系で検出された光を演算処理する演算処理システムと、前記演算処理システムで演算処理された信号によって、異物及び欠陥を観察することができるモニタとを備える。

【0008】

第2の発明では、検査装置は、前記被検査対象物を三次元方向に移動させることができるステージと、前記ステージに搭載された被検査対象物に光を照射する照明光学系と、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電気信号に変換する検出光学系と、前記検出光学系に設けられ、被検査対象上に存在する回路パターンのフーリエ変換像を遮光することができるように印刷された空間フィルタと、前記検出光学系で検出された光を演算処理する演算処理システムと、前記演算処理システムで演算処理された信号によって、異物及び欠陥を観察することができるモニタとを備え、前記検出光学系には前記被検査対象物の前記回路パターンからの回折光をフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記空間フィルタからの光を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズとを備える。

【0009】

第3の発明では、検査方法は、被検査対象物に光を照射するステップと、前記被検査対象物から反射された光を検出し、電気信号に変換するステップと、前記検出光学系に設けられ、被検査対象上に存在する回路パターンの回折光を選択的に遮光するステップと、前記検出光学系で検出された光を演算処理するステップと、前記演算処理された信号によって、異物及び欠陥をモニタで観察するステップとを備える

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を幾つかの実施例を用い、図を参照して説明する。

図1は本発明による検査装置の一実施例を示す概略図であり、異物や欠陥の検査に用いて好適である。図に示すように、この検査装置は、照明ユニット100、検出光学系ユニット200、ステージ系300、演算処理システム400、ウ

エハ観察ユニット 5 0 0 (モニタ 5 0 0)、フーリエ変換面観察光学系ユニット 6 0 0、ウエハ観察光学系 7 0 0、カートリッジストッカー 8 0 0、フィルタ洗浄機 8 1 0、印刷機 8 2 0 及びネットワークで接続された種々のサーバユニット 1 1 0 0 から構成される。照明ユニット 1 0 0 はレーザ発信機 1 0 1、波長板 1 0 2、レーザのスポットの大きさを变化させるビームエキスパンダー 1 0 3、1 0 4、絞り 1 0 5、シリンドリカルレンズ 1 0 6、ミラー 1 0 7 から構成されており、波長板 1 0 2 により照明の偏光、ビームエキスパンダー 1 0 3 及び 1 0 4 により照明の大きさ (照明エリア)、ミラー 1 0 7 により照明角度をそれぞれ可変にすることができる。シリンドリカルレンズ 1 0 6 は図 2 に示すようにビームを検査対象上に片側を絞って照明するために使用されている。

【0 0 1 1】

図 2 はウエハの検査対象上へのビームの照射方法を説明するための模式図であり、図 2 (a) は照明ユニットと検査ユニットの関係を示し、図 2 (b) はウエハ上の光スポットを示す。図 2 (a) に示すように、照明はウエハ面と結像関係にあるラインセンサ (CCD や TDI) に対応するようにシリンドリカルレンズ 1 0 6 で絞ってあり、照明エネルギーを効率良く使用するためである。図 2 (b) に示すように、シリンドリカルレンズ 1 0 6 は検査対象に垂直な仮想軸に対して回転方向の角度 θ 1 から照明する場合に、照明の手前側と奥側で同様の絞り幅になるような回転機構を備える。この場合、シリンドリカルレンズの変わりに、特開 2 0 0 0 - 1 0 5 2 0 3 号公報に記載されているようなコーンレンズ (コニカルレンズ) を使用しても良い。ウエハに照射された光はウエハ表層で反射、散乱する。ステージ系 3 0 0 と検出光学系ユニット 2 0 0 を相対的に走査することによりウエハ 1 を検査する。検出光学系ユニット 2 0 0 は、フーリエ変換レンズ 2 0 1、逆フーリエ変換レンズ、センサ 2 0 5 等で構成され、光路途中のフーリエ変換面に空間フィルタ 2 0 0 0 を挿入することができる。

【0 0 1 2】

また光路中にミラーまたはビームスプリッタ等の光路分岐手段 6 0 1 及び凸レンズ 6 0 2 及びフーリエ変換面のパターンを観察するためのテレビカメラ 6 0 5 を備えたフーリエ変換面観察光学ユニット 6 0 0 を挿入可能である。テレビカメ

ラ 605 の出力は演算処理システム 400 に入力される。ウエハ 1 から得られた検出光は逆フーリエ変換レンズ 202、光路分岐装置 601 を通り、偏光板 203 で偏光され、光強度調整板 204 で光強度が調整されてセンサ 205 に入射され、ここで電気信号に変換されて演算処理システム 400 に入力される。ウエハ表面の繰返しパターンによって光の回折が生じ、その回折光はフーリエ変換面上で規則正しいピッチで集光する。集光したパターンに応じた空間フィルタ 2000 を設定することで、繰返しパターンの回折光はセンサに到達しなくなる。一方で異物や欠陥のフーリエ像には規則性がなくフーリエ変換面で不規則に分散することが分かっている。そのため異物や欠陥の散乱光は前記空間フィルタによってその一部が遮光されるものの大部分がセンサに到達することになる。以上のことから検出光学系 200 のフーリエ変換面に、ウエハ表面の繰返しパターンに応じた空間フィルタ 2000 を設定することで、パターンの散乱光（回折光）は除去され、異物や欠陥の散乱光の大部分が受光されるため、S/N を向上し異物や欠陥を高感度に検出することが可能となる。検出光学系ユニット 200 の検出レンズはズーム光学系、もしくは対物レンズの切替機構を備えており検出倍率を変更することが可能な構成となっている。高倍率モードでは検出画素寸法が（ウエハ面上の大きさに換算すると）小さくなるため、微小な異物や欠陥の S/N が向上し高感度な検査が可能である。ただし画素寸法が小さくなるため検査速度は落ちる。一方低倍率モードでは検出画素寸法が大きくなるため、検査速度が早くなり一定時間でより多くのウエハの検査が可能となる。このように複数の倍率のモードを持つことで、デザインルールの緩い品種、工程では低倍率、高速検査をする、デザインルールの厳しい品種、工程では高倍率、高感度検査をするという使い分けが可能となる。センサ 205 に取り込まれた信号は演算処理システム 400 内でデータ処理し、異物、欠陥候補を出力する。異物、欠陥の検出結果は電子データとして、装置内の記録メディアやネットワーク接続されたサーバユニットの欠陥管理システム 1103 に保存される。

なお、サーバユニット 1100 において、レシピ管理システム 1101 にはウエハ ID とそれに対応するレシピが入力されている。レシピとは、後述するように、照明光量の値、設定された照明偏光、設定された照明照射角度及び方向、検

出視野サイズ、設定された空間フィルタのデータ、設定された検出偏光等を示す。製造ライン管理システム 1102 は検査中か、待機中か、何が流れているかのデータを表示する。欠陥管理システム 1103 は前の工程での検査結果を管理、表示する。

【0013】

ステージ系 300 はステージコントローラ 306 によって、X ステージ 301、Y ステージ 302、Z ステージ 303、及び θ ステージ 304 を制御して所定の位置、高さにウエハ 1 の位置を決める。

カートリッジストッカー 800 には、後述する図 8 に示す複数のフィルタ用基板 802 a、802 b を有するカートリッジ 801 a、801 b が複数収納されている。カートリッジストッカー 800 から取り出されたカートリッジ 801 は洗浄機 810 で洗浄され、印刷機 820 によって各フィルタ用基板 802 にはウエハのパターンのフーリエ変換像が印刷される。このフィルタ用基板 802 にフーリエ変換像が印刷されたものが空間フィルタ 2000 である。ウエハ 1 の 3 種類のパターンを観察する場合、各 3 種類のパターンのフーリエ変換像をそれぞれ 3 枚のフィルタ用基板に印刷し、二つのパターンを同時に観察するための空間フィルタを印刷する場合には、この二つのパターンのフーリエ変換像を加算した像をフィルタ用基板 802 に印刷した空間フィルタを作成する。なお、これについては、詳細後述する。

【0014】

次に、モニタ 500 に表示される異物及び欠陥の検査結果について説明する。

図 3 はモニタに表示される検査結果画面の一実施例を示す平面図であり、検査後の結果を表示している。本例は 1 枚のウエハ上のチップを複数の検査条件で検査したものである。表示の一番上のタブには各検査条件 (Recipe 1、Recipe 2…として表示) を示しており、マウスなどで選択することで、各検査条件での検査結果を表示することが可能である。「Total」と表示されているタブは各検査条件で検出した異物、欠陥をウエハ内の座標データを元にマージしたものである。基本データとして検査日時と品種、工程、ウエハ番号が表示される。また、351 は異物や欠陥がウエハ上の大体の位置を示すウエハマップで

ある。ウエハマップ 351 上では現在着目している異物や欠陥 352 が強調表示され、またその欠陥を含むチップも同様に強調表示されている。また欠陥情報が表 353 の形式で表示される。異物と欠陥に対して付けられた検出番号 (ID)、異物、欠陥の場所を示す x 座標、y 座標、および異物及び欠陥の大きさ (size)、異物及び欠陥のカテゴリ (CAT)、写真を撮像したかどうかを示す (PICT) フラグ、およびどの検査条件 (レシピ) で検出されたかが表現されている。異物、欠陥のカテゴリとしては、例えば、プラズマが出射された時に表れた異物、欠陥か、搬送中に付着された異物及び欠陥か、成膜中に付着した異物及び欠陥か、化学反応による異物及び欠陥かの別を示す。この表は項目ごとに昇順や逆順にソート (並べ替え) が可能であり、目的に合った表示ができる。また一度レビューした異物や欠陥と未レビューの異物、欠陥は区別して表示される。さらに現在着目している異物や欠陥 352 は太枠などで強調表示することが可能である。さらに、検出した異物、欠陥のサイズ別ヒストグラムを表示している。ヒストグラムとしては、「Total」のヒストグラム 354、Recipe1 ~ Recipe (以後、レシピという) 4 のヒストグラム 355 ~ 358 が表示されている。また、図において、361 は表示画面をチップ間で変更するための探索ボタンであり、表示したい位置を押圧することによって表示するチップを変更することができる。362 a は倍率を上げるためのボタンであり、362 b は表示倍率を下げるためのボタンである。REVIEW 363 は画面切換ボタンであり、例えば、図 3 の画面と次に説明する図 4 とを切換ることができる。

【0015】

図 4 はモニタに表示される検査結果画面の他の実施例を示す平面図であり、異物や欠陥のレビュー画面の例である。画面上に所定のチップの異物、欠陥のレビュー画像 451 が表示される。レビュー光学系としては、通常の明視野光学系 (BF) のほかに、コンフォーカル光学系 (CF)、微分干渉光学系 (DIF)、暗視野光学系 (DF)、UV などの短波長光学系 (UV) の選択が可能である。また異物、欠陥の探索がしやすいように、探索ボタン 452 が設けられ、現在の視野の上下、左右、右上、右下、左上、左下の視野に直接移動することが可能となっている。光学系の倍率を倍率変更ボタン 453 a、453 b で変更すること

ができる。また、P I C T ボタン 4 5 4 を押すことによって、レビューしている視野を撮像することも可能である。

【0016】

図5は異物及び欠陥検査の処理動作の一実施例を示すフローチャートである。図において、ステップ501において、自動または手動で複数のウエハが搭載されているウエハカセット（SMIFなど）をセットする。その後、ステップ502で、ウエハIDの確認をする。ウエハIDはウエハサイズ、品種、工程などが同定可能な固有IDである。ウエハIDは検査オペレータが入力または選択するか、製造ライン管理システムなどのデータベースからデータを受け取っても良い。ステップ503で、ウエハIDを元に検査条件（レシピ）を手動または自動で選択後、ステップ504で、ウエハを装置内のステージにロードする。

なおウエハ自体にウエハIDが刻印されている製品では、図で分岐して示しているように、ステップ505で、1枚のウエハをロードすると、ステップ506で示すように、ロード中にウエハIDを認識し、その後、ステップ507で、レシピを選択する方法も可能である。

装置内のステージにウエハをロードしたあとで、ステップ508で、ステージ300で、X、Y、Z及び θ ステージを移動させて、ウエハのアライメントをする。次に検査に移る。

【0017】

検査では複数用意されたレシピの内の所定のレシピに基づき、ステップ511でウエハに照射する照明光量を設定し、ステップ512でウエハに照射する照明の偏光を設定し、ステップ513で照明のウエハへの照射角度、照明方向（ウエハに垂直な軸回りの回転角 θ ）を設定し、ステップ514で検出視野（ビームスポット）サイズを設定し、ステップ515で空間フィルタを設定し、ステップ516で検出する偏光をP偏光か、S偏光かのいずれかに設定をする。

その後、実際の検査動作に移り、ステップ517でウエハ表層にオートフォーカスをかけながらステップ518に示すようにステージを走査する。オートフォーカス、ステージ走査と平行して、ステップ519で信号処理をすることにより異物、欠陥を抽出する。検査が終了すると、ステップ521で、モニタに検査結

果を表示し、検査データの保存およびサーバなどへの転送をする。その後、必要に応じて、ステップ522で異物、欠陥をレビューし、ステップ523でウエハをアンロードして一連の検査シーケンスを終了する。

【0018】

さて、本実施例に示す方式のような結像系のレーザ散乱方式の検査装置は高スループットで検査をするために、検査視野がウエハ上で数 μm 以上の広視野となることがある。このような広視野の検査においては、検査領域全体もしくはそれより広い領域を照明する（レーザで照射する）ことによって、異なったパターンを照射することになる。以下、この場合の空間フィルタの形成方法について、図6を用いて説明する。

図6は複数のパターンの異物、欠陥を検出する場合のフーリエ変換像を示すウエハ及び回折光パターン図であり、図6（a）はウエハ上のパターン及び照明領域を示し、図6（b）は各ウエハ上のパターンから得られる回折光パターンを示し、図6（c）は各回折光パターンの論理和パターンを示す。図に示すように、照明領域651で示すように、チップ内でパターンピッチの異なる複数のパターンP1、P2、P3…が照明される場合、フーリエ変換面には複数のパターンの回折光FP1、FP2、FP3が含まれてしまう。この状態で各パターンの回折光FP1、FP2、FP3を合成した空間フィルタを用いて検査をすると、上記パターンP1、P2、P3の各パターンの回折光FP1、FP2、FP3が同時に遮光でき、パターン信号を低減することができるというメリットがある。その一方で、複数のパターンの回折光を遮光することで、欠陥からの散乱光も大幅に遮光してしまうため、欠陥からの信号Sが低下してしまうというデメリットもある。

【0019】

そのため、例えばウエハ上の特定のメモリ領域M1を高感度に検査しようとした場合、空間フィルタの設定において、メモリ領域M1以外のパターンの回折光を遮光した状態でフーリエ変換像を取得する必要がある。

次の3通りの方法が考えられる。

第1は照明光学系の光路中に照明範囲を制限する絞りを入れる方法、第2はビ

ームエキスパンダーを可動式にし、ビームの拡大倍率を変えることで照明範囲を制限する方法、第3はフーリエ変換面観察ユニットにおいてレンズのN. A. を小さくする方法である。

【0020】

以下、フーリエ変換面観察ユニットのレンズN. A. を小さくする方法について詳細に説明する。フーリエ変換レンズにおいては、フーリエ変換面での入射角の大きさは、物体面における視野中心からの高さに対応している。つまり、まず、N. A. を小さくする。次に、フーリエ変換面に入射する光のうちの小さい角度の光だけ取る。そして、物体面の視野中心からある高さ以下のエリアの回折光のみ取り込むということになる。

以上の方法のいずれかを選択することにより、特定のエリアの回折光だけを取り込むことが可能となる。特定のエリアからの回折パターンに対応した遮光パターンを設定することが可能となり、特定のメモリ領域M1を高感度に検査することが可能となる。

【0021】

このように、特定のエリアの回折光だけを取り込むことができる場合には、例えば、ウエハ上のパターンP1に対しては回折光パターンFP1のパターンをフーリエ変換像として印刷した空間フィルタを用いれば、ウエハ上のパターンP1の異物及び欠陥を検出することができる。ウエハ上のパターンP2、P3についてもそれぞれ、FP2、FP3のフーリエ変換像が形成された空間フィルタを用いることによって、同様にウエハ上のパターンP2、P3の異物及び欠陥を検出することができる。

【0022】

次に、図7を用いて空間フィルタの印刷ユニットについて説明する。

図7は本発明による空間フィルタの印刷ユニットの一実施例を示す概略の構成図である。演算処理システム400に接続されたプリンタには空間フィルタを印刷するためのデータが送信される。ガラスプレートを保持するステージ300と印刷機、例えばインクジェットプリンタ820は演算処理システムによって同期して動き、印刷をする。インクジェットプリンタにはインクによる目詰まりを防

ぐ、または目詰まりを解消する仕組みを備えている。一例としてはインク 751 を溶融するメチルエチルケトンなどの洗浄液 752 をそなえ、インク経路を洗浄する。別の例としてはインクの射出圧を高めることにより、詰まっているインクを排出する機能を備えても良い。インク 751 はパイプ 753 を通り、インク溜 754 に溜められる。インク 751 は圧電素子 755 によって粒子にされ、電極 756 によって電荷が帯電され、偏向器 757 によって偏向され、演算処理システム 400 によって設定されたフーリエ変換像が空間フィルタ用基板 802 に印刷される。また、印刷に使われなかった余分なインクはガター 758 に回収される。

【0023】

次に、図 8 を用いて空間フィルタを印刷するためのカートフィルタ用基板を備えたカートリッジについて説明する。

図 8 は本発明による空間フィルタ用カートリッジの実施例を示す平面図であり、図 8 (a) は第 1 の実施例を、図 8 (b) は第 2 の実施例を示す。第 1 の実施例は四角形のカートリッジ 801 a に 9 個の四角形の空間フィルタ用基板 802 a が搭載された例を示し、第 2 の実施例は円形のカートリッジ 801 b に 9 個の円形の空間フィルタ用基板 802 b が搭載された例を示す。

空間フィルタ用ガラスプレートは図に示すようにカートリッジ 801 a、801 b によって管理することで多くの品種、工程に対応が出来る。1 カートリッジ 801 a、801 b に 9 枚の空間フィルタ用基板 802 a、802 b であるガラスプレートを装着する例では、ロジック製品 1 工程 4 パターン最大 9 パターン (9 検査エリア) まで対応することができるので、例えば、図 6 の F P 1、F P 2、F P 3 のエリア及びこれらパターンを併合したフーリエ変換像を印刷することが可能である。メモリ製品 1 行程、3 パターン (メモリ回路用、周辺回路用、メモリと周辺回路のマージ) に対応することもできる。

【0024】

図 9 はカートリッジ保管及び引き出し機構の一実施例を示す上面図及び平面図であり、図 9 (a) は上面図、図 9 (b) は平面図である。図において、既に説明済みの図と同じ構成要素に対しては同一の符号を付け、その説明を省略する。

カートリッジストッカー 800 には複数のカートリッジが収納されており、そのうちの一枚がカートリッジストッカー 800 から引き出され、印刷可能な所定の位置にある第 1 の空間フィルタ用基板に印刷機 820 でウエハ上の所定のパターンのフーリエ変換像が印刷される。次に、第 2 の空間フィルタ用基板を印刷可能な所定の位置に移動させてウエハ上の所定のパターンのフーリエ変換像を印刷する。

【0025】

次に、空間フィルタをインクジェットプリンタで印刷する場合の印刷精度について図 10 を用いて説明する。

図 10 はインクジェットプリンタで印刷された印刷物の平面図である。図において、印刷領域 1051 を印刷すると、その印刷領域の拡大図に示されているように、ドットサイズを D 、ドットピッチを P とすると、通常ドットサイズとドットピッチの関係は $D \leq P$ の関係を満たすように設定されるために、印刷ドット 1052 間に隙間が生じるため、空間フィルタとしての性能が劣化する。これを防ぐために、印刷ドット間の隙間を埋める補間をする必要がある。

【0026】

以下、図 11 を用いて、印刷ドット間の補間方法について説明する。

図 11 は印刷ドットの補間方法を説明するための模式図である。図において、図 11 (a) は印刷データで印刷されているが、補間データで補間されていない。従って、印刷ドット 1052 間に印刷されていない隙間が形成される。このため、図 11 (b) では、印刷ドット 1052 間の隙間を埋めるように、補間データによる補間ドット 1053 を横方向に印刷して補間を行なう第 1 の補間方法が示されている。図 11 (c) では、補間ドット 1053 を上下方向に印刷して補間をする第 2 の補間方法が示されている。図 11 (d) では、補間ドット 1053 を斜め方向に印刷することによって印刷ドット間の補間を行なう第 3 の補間方法が示されている。

【0027】

図 12 はフェリー変換面の大きさと印刷ドットの大きさの関係を示す模式図であり、実験によると、印刷ドットサイズを D とし、フェリー変換面の径を Φ とす

ると、 $D \leq 1 / 50 \times \Phi$ を満足させると、きめ細かく印刷でき、光の漏れを無くした空間フィルタを形成することができる。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、ウエハ上のパターンのフーリエ変換像を印刷した空間フィルタを用いることによって、高精度及び高感度に異物及び欠陥を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による検査装置の一実施例を示す概略図である。

【図 2】

ウエハの検査対象上へのビームの照射方法を説明するための模式図である。

【図 3】

モニタに表示される検査結果画面の一実施例を示す平面図である。

【図 4】

モニタに表示される検査結果画面の他の実施例を示す平面図である。

【図 5】

異物及び欠陥検査の処理動作の一実施例を示すフローチャートである。

【図 6】

複数のパターンの異物、欠陥を検出する場合のフーリエ変換像を示すウエハ及び回折光パターン図である。

【図 7】

本発明による空間フィルタの印刷ユニットの一実施例を示す概略の構成図である。

【図 8】

本発明による空間フィルタ用カートリッジの実施例を示す平面図である。

【図 9】

カートリッジ保管及び引き出し機構の一実施例を示す上面図及び平面図である。

。

【図 10】

インクジェットプリンタで印刷された印刷物の平面図である。

【図 11】

印刷ドットの補間方法を説明するための模式図である。

【図 12】

フェリー変換面の大きさと印刷ドットの大きさの関係を示す模式図である。

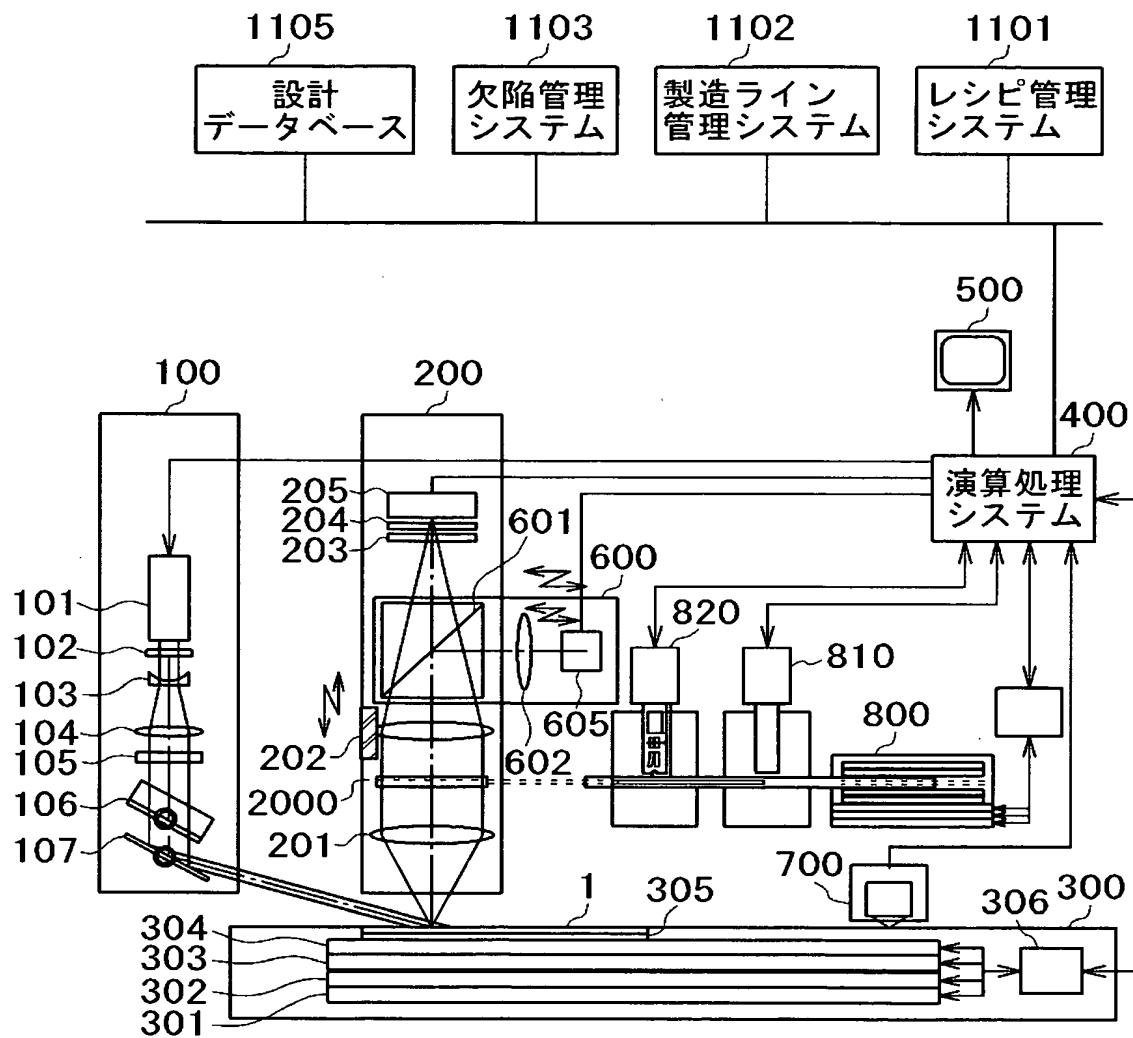
【符号の説明】

1…ウエハ、11…チップ（ダイ）内エリアA、12…チップ（ダイ）内エリアB、13…チップ（ダイ）内エリアC、14…チップ（ダイ）内エリアD、21…回折光パターン1、22…回折光パターン2、23…回折光パターン3、31…遮光パターン1、32…遮光パターン2、33…遮光パターン3、34…遮光パターン4、35…遮光パターン5、41…遮光パターン6、50…フィルタパターン設定シーケンス、60…検査条件設定シーケンス、70…パターン信号、71…欠陥信号、81…工程管理システム、82…欠陥管理システム、91…検査装置、92…レビュー装置、100…照明光学系、101…レーザ光源、102…波長板、103…凹レンズ、104…凸レンズ、105…絞り、106…シリンドリカルレンズ、107…ミラー、200…検出光学系、201…凸レンズ、202…フーリエ逆変換レンズ（凸レンズ）、203…偏光板、204…光強度調整板、205…センサ、300…ステージ系、301…Xステージ、302…Yステージ、303…Zステージ、304… θ ステージ、305…チャック、400…演算処理システム、500…表示装置、600…フーリエ変換面観察光学系、601…光路分岐装置、602…凸レンズ、604…センサ、605…テレビカメラ、700…ウエハ観察光学系、800…カートリッジストッカー、801a、801b…カートリッジ、802a、802b…フィルタ用基板、810…洗浄機、820…印刷機、2000…空間フィルタ（ユニット）、1100…サーバユニット。

【書類名】 図面

【図 1】

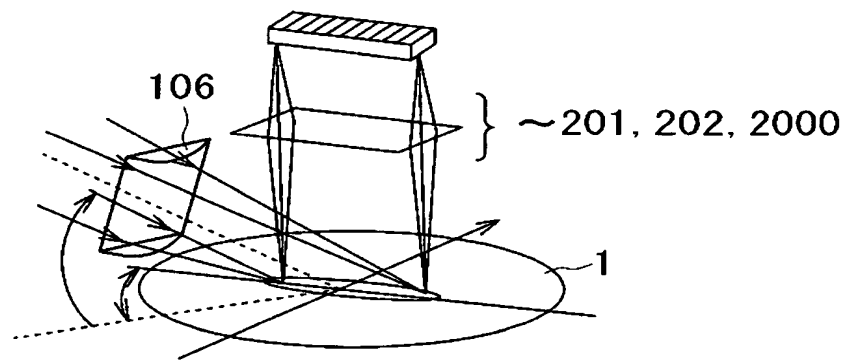
図 1



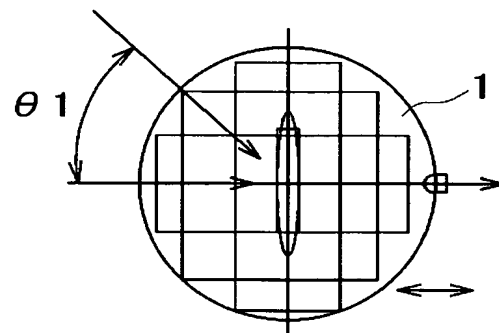
【図 2】

図 2

(a)

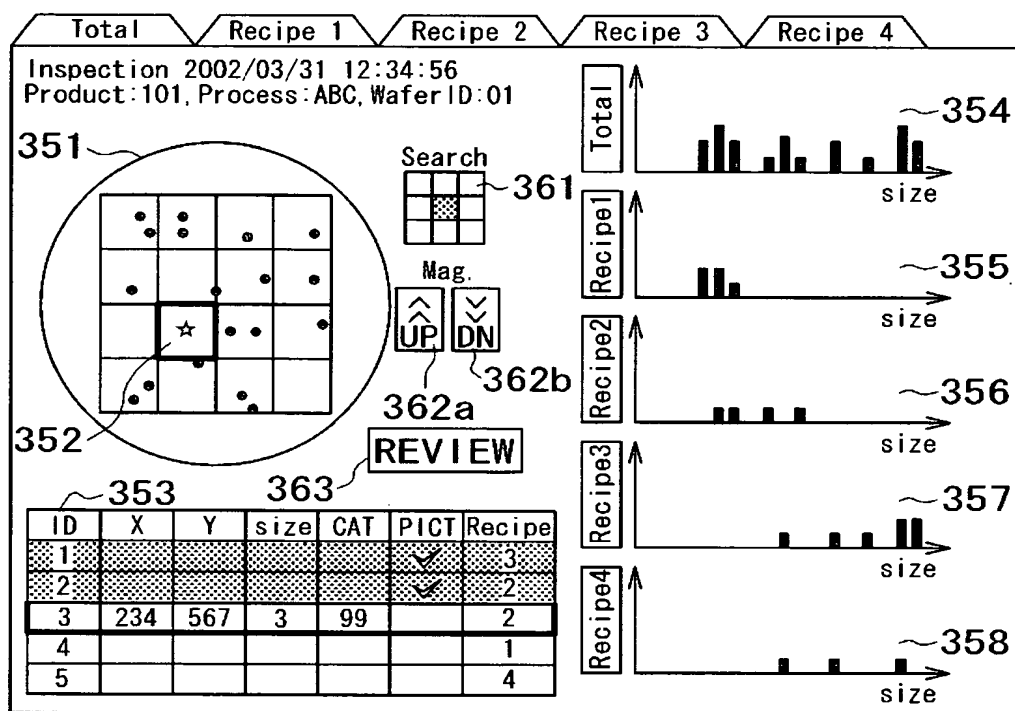


(b)



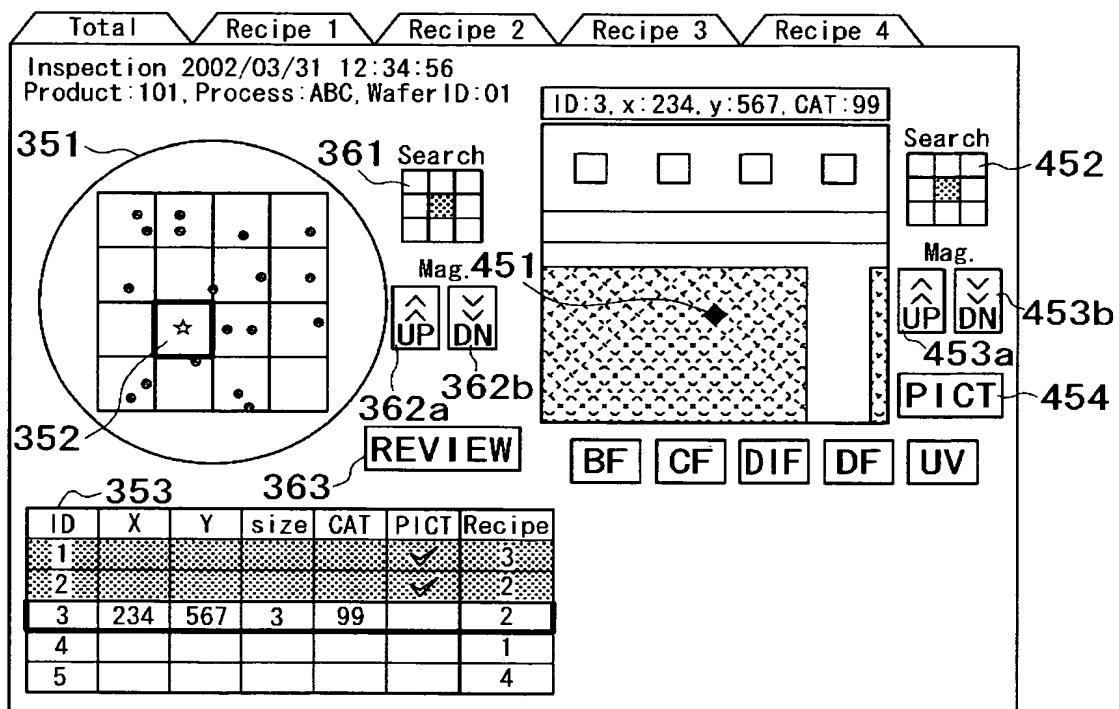
【図 3】

図 3



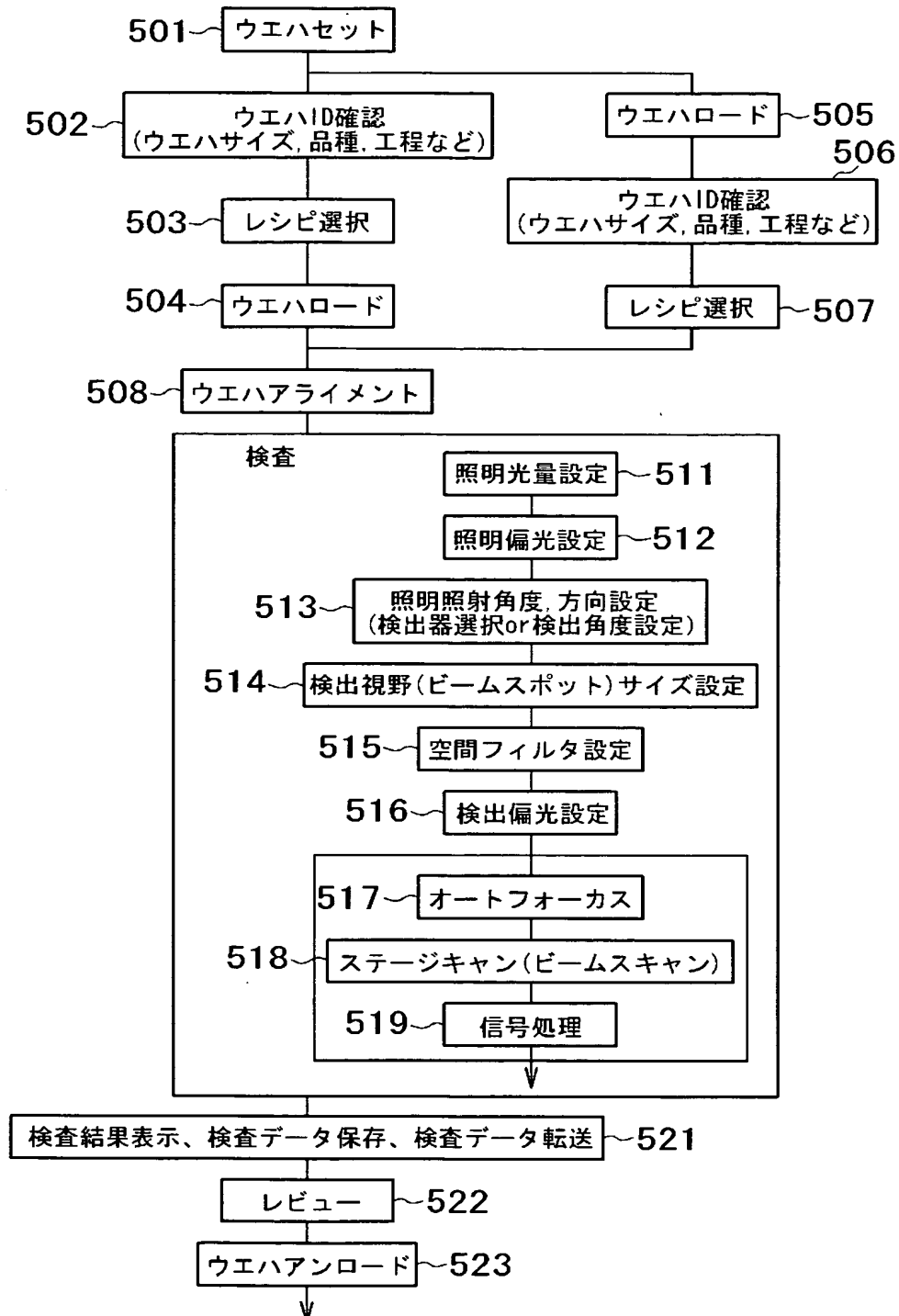
【図 4】

図 4



【図 5】

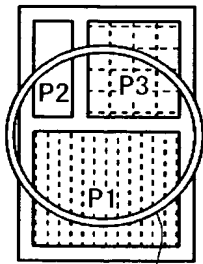
図 5



【図 6】

図 6

(a)
チャップレイアウト



651

(b)

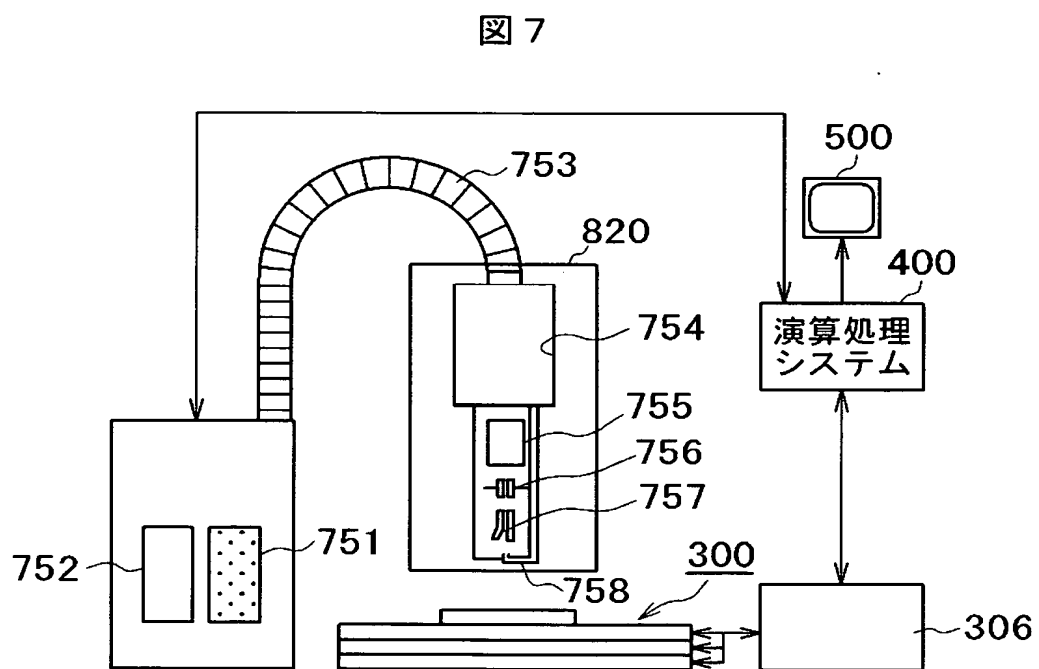
ウエハ上の パターン	P1	P2	P3
回折光 パターン	FP1	FP2	FP3

観察されるフーリエ変換像
FP1, FP2, FP3の論理和

(c)

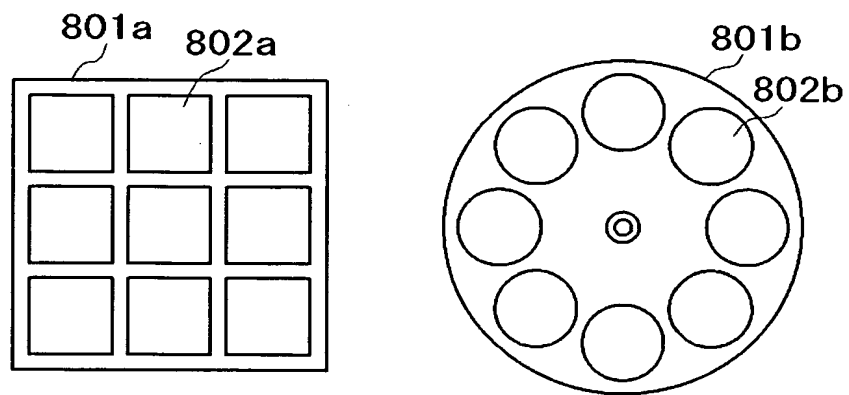


【図 7】



【図 8】

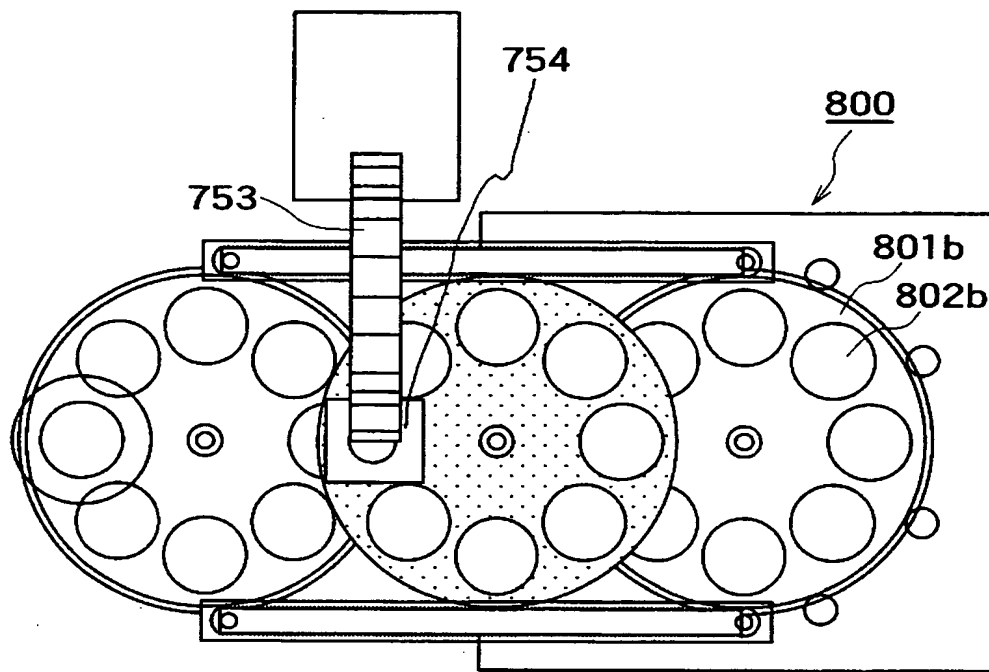
図 8



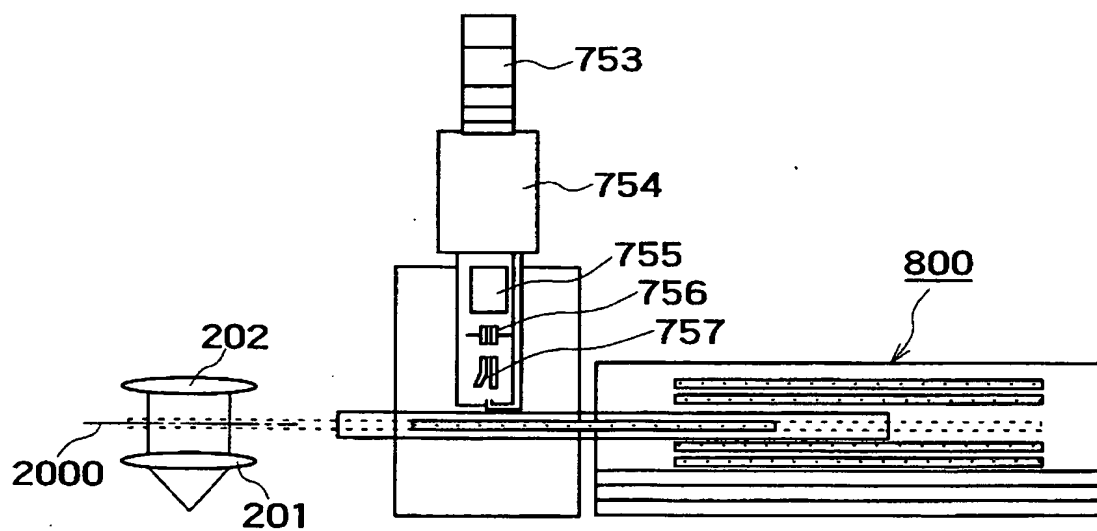
【図 9】

図 9

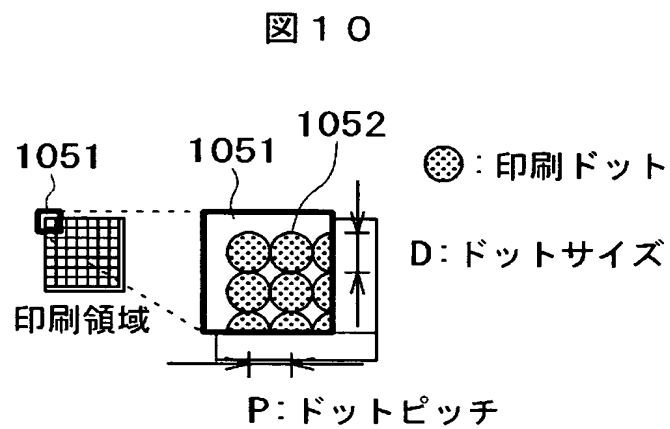
(a)



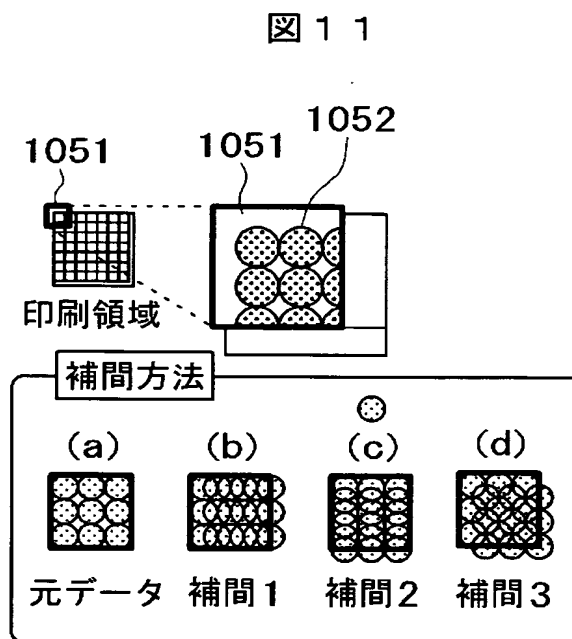
(b)



【図 10】

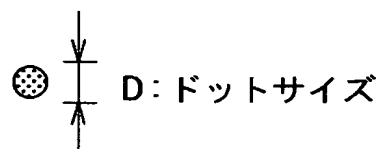
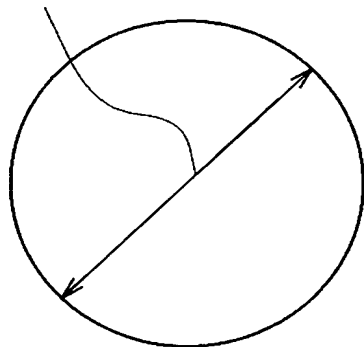


【図 11】



【図 1 2】

図 1 2

フーリエ変換面径 ϕ 

$$D \leq \frac{1}{50} \phi$$

フーリエ変換面径と印刷ドットサイズ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 白色光・レーザ光・あるいは電子線を照射して形成された画像を用いて微細な回路パターンを検査する技術において、パターンからの信号と欠陥からの信号を効率的に分離する。

【解決手段】 半導体装置の検査装置において、被監査対象上の回路パターンのフーリエ変換像を印刷した空間フィルタを検出光学系に設け、被検査対象上に存在する回路パターンの回折光を選択的に遮光する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 4 7 1 3 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所

特願 2 0 0 2 - 3 4 7 1 3 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 3 4 8 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号

氏 名

日立電子エンジニアリング株式会社

2. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 2 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号

氏 名

日立電子エンジニアリング株式会社